

Petrol Türümü ve Göçme İlkelerinin Petrol Arama Bölgelerinin Saptanmasında Uygulanması

CENGİZ SOYLU T.P.A.O. Araştırma Merkezi, Ankara

EFE SİNANOĞLU T.P.A.O. Araştırma Merkezi, Ankara

GİRİŞ

Petrol aramacılığının ilk günlerinde, yüzeyde petrol ve gaz sızıntılarının görüldüğü yerlerde kuyular açılmakta idi. Daha sonraları, modern jeoloji bilgilerinin artması ve özellikle jeofiziksel yöntemlerin petrol aramalarında kullanılması ile, sondaj kararları antiklinaller, fay kapanları, uyumsuzluk kapanları ve resifler gibi uygun yapılara bağlı olarak alındı. Yapısal kapanların sondalanmasındaki gerekçe, hidrokarbon oluşumu ile ilgili jeokimyasal araştırmaların gelişmediği dönemlerde bu gibi yerlerde ticari miktarlarda doğal hidrokarbonların bulunabileceği varsayımına dayanmakta olup sezgi ve deneyim etkinliğini sürdürmekteydi.

Jeokimyasal yöntemlerin ana konularından olan petrol türümü (petroleum generation) ve göçme (migration) ilkelerinin ışığı altında yapılacak sistematik bir çalışma, bir tortul havzada bulunan yapılarda petrol bulunup bulunamayacağını saptanmasını kolaylaştırır ve gereksiz sondaj açılımlarını önleyebilir. Ayrıca jeokimyasal çalışmalar ile daha önce terkedilmiş eski havzalar tekrar değerlendirilerek yeni arama hedefleri belirlenebilir.

Bu güne kadar ülkemizin petrol potansiyelinin saptanması ile ilgili ayrıntılı çalışmalar çeşitli nedenler yüzünden yapılamamıştır. Örneğin, havza-

ların petrol potansiyellerini saptamada temel yöntemlerden olan jeokimyasal araştırmalara ülkemizde yeterince eğilindiği söylenemez. Oysaki günümüzde yapılan petrol aramacılığında jeokimyasal çalışmaların yeri ve önemi büyük petrol şirketlerince yıllar önce benimsenmiş ve alınan sonuçların son derece yararlı olduğu defalarca vurgulanmıştır.

Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Araştırma Merkezi bünyesi içinde kurulacak olan jeokimya laboratuvarı ile ilgili çalışmalar ilerlemektedir. Yakın bir gelecekte bu laboratuvarın petrol aramacılığının ileri bilimsel ve teknik düzeydeki uygulamalarına çağdaş bir yaklaşım getireceği kanısındayız.

TORTUL HAVZADA PETROL TÜRÜMÜ İÇİN BİRİNCİ KURAMSAL MODEL

Herhangi bir bölgede petrol arama programı düşünüldüğü zaman bölgenin genel jeolojisi yanında petrol aramaları için gerekli diğer ayrıntılı incelemelerin de tamamlanması zorunludur. Havzalarda, fasiyes analizleri sonucu kaynak kaya (source rock) veya kaynak kaya istifleri (source rock sequences) olabilecek stratigrafi ve litoloji birimleri saptanır. Sahada, bu birimler sistemli bir şekilde örneklenip petrofiziksel ve jeokimyasal açıdan değerlendirilirse, yukarıda sözü edilen kaynak kaya veya kaynak kaya istif-

lerinin kesin olarak belirlenebilmesi yanında komşu birimlerin gözenekliliği ve geçirimsizliği gibi petrol göçmesi ve birikmesi ile ilgili özellikleri de saptanabilir. Eğer elde çok az örnek varsa, havzanın önemli yerlerinde sığ sondajlardan (100 m derinliğe kadar) bozulmamış karot örnekleri alınması için sınırlı bir örnekleme programı başlatılabilir.

Petrol türümü ve göçmesi konusunda yeni bilgilerin ortaya çıkması bırakılmış eski petrol bölgeleri ile ilgili yeni görüşlerin belirlenmesini sağlamıştır. Bu gibi yaklaşımlarda daha önce açılmış kuyulardan alınan örnekler, kaynak kaya potansiyelinin değerlendirilmesi için kullanılır. Bununla birlikte havzasal çalışmalarda yapılacak ilk iş havzadaki kaynak kayaların sayı ve cinslerinin saptanması olmalıdır. Bu nedenle alınan örneklerdeki kerojenin ölçüsü, tipi ve organik olgunluk düzeyi saptanmalıdır.

Asit ve bazda çözülmeyen organik maddelere kerojen denir, ve üç tip kerojen vardır.

Birinci tip kerojen genellikle algal lipidlerden veya mikrobiyoloji faaliyetleri sonucu lipid oranı yükselmiş organik maddelerden türemiştir. Petrol ve gaz oluşturma potansiyeli yüksektir.

İkinci tip kerojen denizel organik maddelerin indirgenme ortamında (reducing environment) çökmesi sonucu meydana gelmiştir. Petrol ve gaz oluşturma potansiyeli birinci tip kerojene göre daha düşüktür.

Üçüncü tip kerojen ise gelişmiş karasal bitkilerden oluşmuştur (Tissot ve Welte, 1978).

Tortullarla beraber çökelen organik maddeler artan gömülme, ısı ve basınç etkisi ile kerojene dönüşürler. Artan ısı ve basınç kerojenin kimyasal yapısında değişmelere neden olur ve bu değişmeler sonunda önce petrol daha sonra da gaz oluşur (şekil 1). Organik maddelerin bu evrimine organik olgunlaşma (organic maturation) denir. Organik olgunlaşma üç evreye ayrılabilir. İlk evre, kerojenin olgun olmayan evresidir ve diyajenez evresi olarak tanımlanır. İkinci evre katajenez evresidir ve iki ayrı zona ayrılır. Birinci zon petrol ve gaz türümünün esas zonu, ikinci zon ise ıslak gaz zonudur. Üçüncü evre olan metajenez evresinde petrol bulma olasılığı yoktur, ancak bazı durumlarda gaz bulunabilir (Tissot ve Welte, 1978).

Tüm jeokimyasal verilerin ışığı altında kaynak kayalar ve petrol türümü ile ilgili tüm bulgulara dayanılarak havzanın bir kuramsal modeli oluşturulur. Belirlenen her kaynak kayanın bölgesel yayılımını, olası kalınlığını ve derinlik yüzeyini gösteren taslak haritalar yapılır. Havza çalışmalarının erken evrelerinde havzanın önemli yerlerinde bulunan kaynak kayaların ilkel anlamda da olsa çökme tarihçeleri ile ilgili diyagramların yapılmasında yarar vardır. Arama kuyuları açılmadan önce kaynak ka-

yaların çökme tarihçelerini açıklayıcı diyagramların oluşturulmasında sismik kılavuz düzeylerin stratigrafi belirlenmesi esas alınır. Gerçek veya umulan jeotermal gradyan (geothermal gradient) yardımı ile, incelenen örneklerde saptanan organik olgunlaşma dereceleri ve bunların yorumu, yüzeyde görülen kaynak kaya örneklerinin organik olgunlaşma dereceleri ile karşılaştırılarak havzanın çeşitli yerlerinde organik olgunlaşmanın yaklaşık düzeyleri saptanabilir. Böylece havzada petrol türümünün esas zonu ve derinliği ile ilgili genel bir bilgiye sahip olmak olanağı vardır.

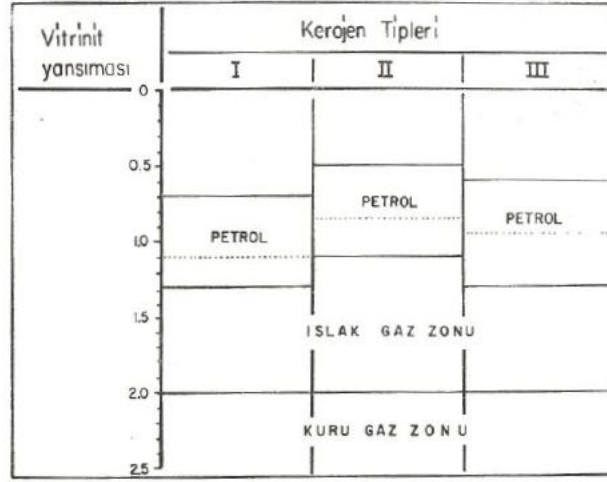
Yukarıda açıklanmaya çalışılan bu tür araştırmalar arama çalışmalarının başlangıcında yapılmalıdır. Bununla birlikte bu tür araştırmalar arama çalışmalarının herhangi bir evresinde de kolaylıkla uygulanabilir.

ARAMA KUYULARINDAN ELDE EDİLEN ORGANİK JEOKİMYASAL BİLGİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Kaynak kaya ve hazne kaya olabilecek birimler ile ilgili bilgilerin tümünün elde edilmesi için araştırma kuyuları açılmalıdır. Açılan kuyularda sistematik bir örnekleme yapılması gerekir. Örnekleme, belirgin litolojilerden ve düzenli aralıklarla yapılmalıdır. Kesinti örnekleri litolojik değişmelere bağlı olarak 3-30 m arasında alınır. Hafif hidrokarbonlar ile ilgili yapılacak analizler için, örneklerin özgün nem doyumluklarını yitirmelerinin önlenmesi gerekir. Bu nedenle, örnekler içleri su ile dolu hava geçirmez teneke kutular içine alınır. Bu arada, kesinti örnekleri yanında karot örnekleri de alınmalı ve aynı şekilde hava geçirmez teneke kutular içine konulmalıdır. Örneklerin jeokimyasal analizleri kuyunun ilerlemesi ile eş zamanda veya çok az zaman kaybı ile yapılmalıdır. Bu nedenle, kaynak kaya analizleri için hızlı eleyici yöntemler uygulanmalıdır. Piroliz ve hafif hidrokarbonların nitel saptanması bu eleyici yöntemleri oluştururlar.

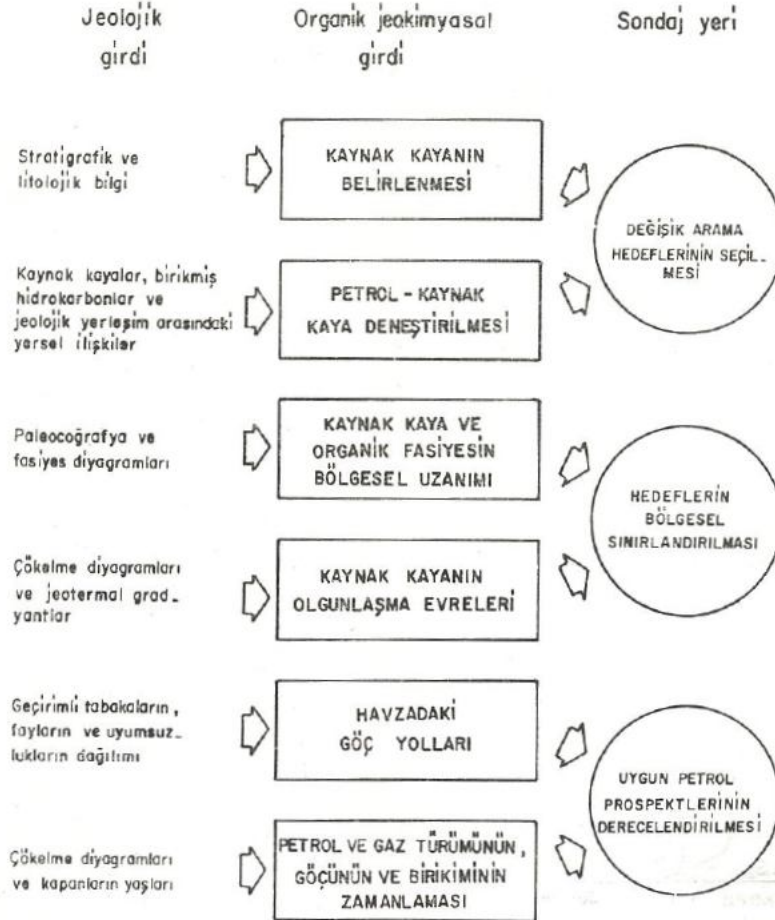
Piroliz yöntemi basit anlamda, kaya örneklerinin oksijensiz bir ortamda 600°C - 800°C ye kadar sistemli bir şekilde ısıtılmasıdır. Bu deneyler sonucunda, serbest hidrokarbonların (S₁), kerojenin ısıl kırılması sonucu ortaya çıkan hidrokarbonların (S₂), kerojenin içindeki CO₂ nın ölçüsü (S₃), ve S₂ nın uç noktasındaki sıcaklık (T) saptanır (şekil 2). Tüm bu işlemler Espitalie ve arkadaşları (1977) tarafından geliştirilen ve Rock - Eval adı verilen aygıt ile yapılmaktadır. Günümüzde bu aygıt aynı işi yapan diğer aygıtların en gelişmişisi olarak kabul edilmektedir.

Bu yöntemde kaynak kayaların tipleri hidrojen indeksine (S₂/toplam organik karbon) karşı oksijen indeksi (S₃/toplam organik karbon) diyagramı kullanılarak bulunur (şekil 3). Organik olgunlaşma düzeyi ise; hidrojen - oksijen indeksi diyagramından, üretim indeksinden (S₁/ (S₁ + S₂)) ve T değerinden saptanır. Organik olgunluk düzeyinde değişme gösteren örneklerin erken katajenez evresinde oksijen

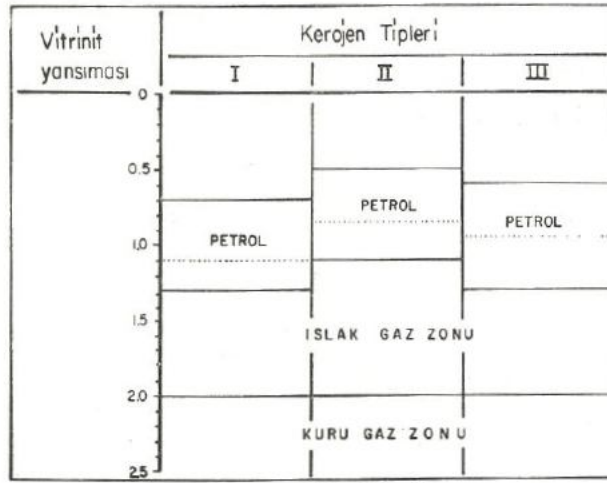


..... Petrol türünün kritik noktaları

Şekil 4 : Vitrinit yansımaları açısından petrol ve gaz zonlarının yaklaşık sınırları (Tissot ve Welte, 1978).

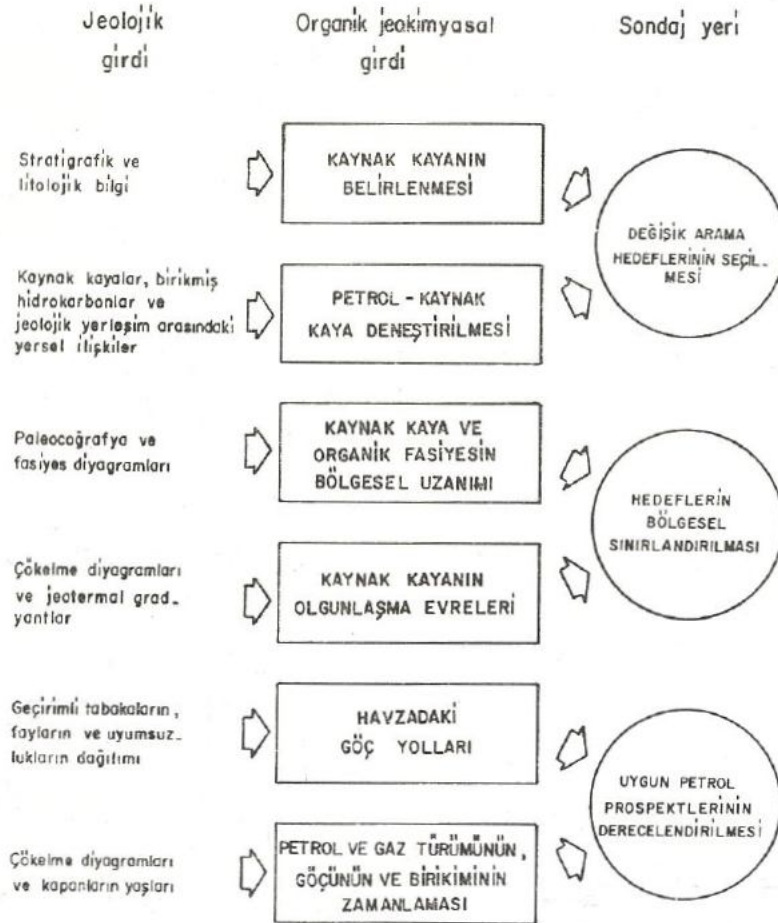


Çizelge 1 : Havzada uygun petrol birikim zonlarının saptanmasını sağlayan değişik devrelerin şematik özeti (Tissot ve Welte, 1978).



..... Petrol türümünün kritik noktaları

Şekil 4 : Vitrinit yansması açısından petrol ve gaz zonlarının yaklaşık sınırları (Tissot ve Welte, 1978).



Çizelge 1 : Havzada uygun petrol birikim zonlarının saptanmasını sağlayan değişik devrelerin şematik özeti (Tissot ve Welte, 1978).

indekslerinde, petrol ve gaz türümünün esas zonunda ise hidrojen indekslerinde düşme görülür. Eğer kerojen, petrol ve gaz türümüne uygun ise, üretim indeksi katajenez evresinde her zaman artar. Katajenez evresinden sonra üretim indeksinde bir azalma gözükür. Evrim düzeyi (evolution stage) ile artan T sıcaklığı, 400°C ile 435°C arasında ise diyajenez evresini, 435°C ile 460°C arasında ise katajenez evresini, 460°C den yüksek ise metajenez evresini belirler.

Heacock ve Hood (1970) kuyu başında örneklerin organik içeriklerinin saptanması ile ilgili basit ancak oldukça geçerli proliz floresans (PF) adı verilen bir yöntem geliştirmişlerdir. Bu teknikte, 0.1 gm'lık bir örnek, deney tüpü ve örnek kırmızı hale gelene dek ısıtılır. Daha sonra soğutulan tüpe 3 ml 1,1,1, trikloreten eklenir. Oluşan çözelti temiz bir tüpe aktarılır ve maddenin PF değerleri bir flurometre ile ölçülür. Genellikle, PF değerleri 30 dan büyük olan kayalar, potansiyel kaynak kaya olarak kabul edilirler.

Diğer bir eleyici teknik de örneklerdeki hafif hidrokarbonların nitel saptanmasıdır. Diyajenez evresinde çökellerin genellikle az oranda biyojeniz metan içermelerine karşın gazolin konağı hidrokarbonlarını yani C₄-C₇ karbon sayılı hidrokarbonları içermezler. Katajenez evresindeki tortullar ise ıslak gaz ve gazolin konağı hidrokarbonları açısından oldukça zengindirler. Esas olarak metan içerenler metajenez evresindeki tortullardır. Bu evrede de gazoline konağı hidrokarbonları yoktur (Evans ve Staplin, 1971; Bailey ve diğerleri, 1974). Bu nedenle, hafif hidrokarbonların nitel saptanması organik olgunluk düzeyi ile ilgili bilgi verir. Ayrıca potansiyel kaynak kayaların içerdiği gazolin konağı hidrokarbon bileşiklerinin analizleri, hazne kayaların analizleri ile karşılaştırılarak clasılı göç yolları araştırılır.

Bu iki yöntem, yani piroliz tekniği ve hafif hidrokarbonların nitel saptanması, jeokimyasal logların hazırlanması için yeterlidir. Jeokimyasal loglardan kaynak kayaların hidrokarbon potansiyelleri ve organik olgunluk düzeyleri saptanır. Ayrıca hidrokarbon göçü ile ilgili bilgiler de bu loglardan çıkartılabilir.

Her iki eleyici yöntemde de analitik aygıtlar kuyu başında kullanılabilir. Bu koşullarda, örnekler kolayca analiz edilebileceğinden önemli ölçüde zaman kazanılacak ve sonuçlar sondaj ilerlerken kullanılabilir. Kuyu başında yapılan jeokimyasal loglar sondaj maliyetinin azalması yönünden büyük yarar sağlarlar. Örneğin, piroliz yöntemi ile kuyu başında yapılan jeokimyasal loglardan metajenez evresine erişildiği anlaşılabilir ve bu nedenle sondajın gereksiz ilerlemesi ve dolayısı ile para harcanması önlenir. Karşıt olarak, hafif hidrokarbonların nitel saptanmaları ve bazı hidrokarbon oranları (örneğin C₁₃/C₁₂ oranı) yakın hidrokarbon birikimleri ile ilgili bilgi verdiğinden sondajın denetim altında devam etmesi ve başarı oranının artmasını sağlarlar.

Eleyici tekniklere ek olarak, eleyici tekniklerden elde edilen bilgileri tamamlamak ve doğrulamak için, alınan örnekler iyi donatılmış bir jeokimyasal laboratuvarında yeniden analiz edilmelidir. Kaynak kaya, kerojen tipi ve organik olgunluk düzeyi için yapılacak ayrıntılı analizlerde kullanılacak örnek sayısı, özellikle hidrokarbon potansiyeli için en fazla ümit veren homojen organik fasiyes zonlarının seçiminde eleyici yöntemlerden elde edilen sonuçların kullanılması ile azaltılabilir. Kesintilerden elde edilen bilgileri desteklemek için karot örneklerinin de analizleri yapılmalıdır. Seçilen örnekler için, çeşitli tamamlayıcı fizikokimyasal ve mikroskopik tekniklere dayanan ayrıntılı çalışmalar eleyici tekniklerden elde edilen sonuçların artırılmasına hizmet eder ve ilk kavramsal modelin geliştirilmesine ve güncelleştirilmesine olanak sağlar. Ek olarak, formasyon testlerinden elde edilen birikmiş hidrokarbonların analiz sonuçları kaynak kaya - petrol ilişkisi ile ilgili bilgiler sağlar.

Haznelerin çok şiddetli ısı değişimlerine uğramış olmaları halinde yukarıda sözü edilen bilgiler elde edilemez. Kaynak kayaların saptanamadığı durumlarda, birikmiş hidrokarbonların analiz sonuçları umulan kaynak kaya tipinin kestirilmesini sağlar.

Bu araştırmalar sonunda ortaya çıkarılan model ile jeolojik ve jeofiziksel bilgiler arasında bir ilişki kurulur. Bu çalışmalar havzada uygun petrol birikme zonlarının saptanmasında büyük yararlar sağlarlar.

HAVZA İÇİNDEKİ PETROL BİRİKİM ZONLARININ SAPTANMASINA JEOKİMYASAL YAKLAŞIM :

Yukarıda anlatılmaya çalışılan petrol sahalarının saptanması ile ilgili ilk kuramsal model, bir kaç kuyudan elde edilen verilerin jeolojik ve jeofizik bilgileri ile birlikte yorumlanması sonucu ortaya konur. Havza içinde uygun petrol birikme zonlarının saptanması için fazla sayıda kuyuya ve tüm havzayı içeren jeofiziksel çalışmalara gereksinim vardır. Belirgin litolojik birimlerin, yani kaynak, hazne, ve örtü kayaların dağılımları ayrıntılı olarak bilinmelidir. Aynı zamanda, havzanın geometrik durumu, çökeltme modeli, çökellerin kalınlıkları ve havzadaki önemli tektonik öğelerin ve yapıların bilinmesi gereklidir. Aşağıda açıklanan petrol arama yerlerinin belirlenmesindeki jeokimyasal yaklaşım, aramanın herhangi bir sürecinde devreye sokulabilir.

Uygun petrol birikme zonlarının saptanması için, aşağıdaki soru dizisi yanıtlanmalıdır (Tissot ve Welte, 1978).

1. Hangi katmanlar kaynak kaya potansiyeline sahiptirler ? Bunların bölgesel yayılımları ve paleocoğrafya ile olan ilişkileri nedir ?
2. Hangi jeolojik zaman aralığında, hangi derinlikte ve havzanın hangi bölgesinde yukarıda sözü edilen kaynak kayalar petrol türetecek olgunluğa erişmişlerdir ?

3. Hangi jeolojik zaman aralığında ve hangi yollarla petrol göçmüştür ?

4. Kapan oluşumu ile petrolün türümü ve göçme zamanları arasındaki ve göçme yolları ile kapan yerleri arasındaki ilişki nedir ?

Birinci soru kaynak kaya belirleme programına dayanılarak yanıtlanır. Kaynak kayaları belirlemek için, kaynak kayaların çözülmemeyen ve çözülen organik madde içeriklerinin, organik maddenin tipinin ve organik olgunluk düzeyinin bilinmesi gerekir. Organik maddenin ölçüsü organik karbon analizi ile, organik maddenin niteliği ve organik olgunluk düzeyi ise değişik kimyasal ve mikroskopik teknikler kullanılarak saptanır. Nitelik ve organik olgunluk arasında kuvvetli bir ilişki olduğundan, bu iki parametre beraberce değerlendirilir.

Organik maddenin tipinin ve organik olgunluk düzeyinin aynı anda saptanmasını sağlayan piroliz tekniği en iyi yöntem olarak gözükmektedir. Organik maddenin mikroskopik incelenmesi, organik madde tipinin saptanmasını sağlar. Organik olgunluk düzeyinin belirlenmesi, vitrinit yansması ve palinomorflardaki (spor, pollen, akritark, dinoflagellat ve kitinozoa) renk değişimlerinin mikroskopik incelenmesi sonucu saptanır (Hood ve Castano, 1974; Castano ve Sparks, 1974; Dow, 1977; Staplin, 1969; Urban, 1975).

Bitki kalıntılarının biyolojik bozuşması ve kömürleşmesi sonucunda oluşan vitrinit kömürün en önemli organik parçasıdır. Vitrinit yansması artan metamorfizma ile artar, bu özellik belirli bir kömür tabakasının jeotermal tarihçesini saptamak için yillarca kömür petrografisinde kullanılmıştır. Vitrinit, değişik oranlarda bütün tortul kayalarda bulunur. Bu nedenle, vitrinit yansması tekniği, birçok kaynak kayanın organik olgunluk düzeyinin saptanması için kullanılır.

Tortullardaki karbonatlar ve silikatların hidroklorik asit ve hidrofluorik asit kullanılarak elde edilen vitrinit parçalarının yansması, optik bir cam standartla kalibre edilen yüksek büyütme mikroskop ile ölçülür. Vitrinit yansması değerleri 0.5 % ile 0.7 % den düşükse diyajenez evresini; 0.5 % - 0.7 % ile 1.3 % arasında ise petrol ve gaz türümünün esas zonunu; 1.3 % ile 2 % arasında ise ıslak gaz zonunu; 2 % den büyükse metajenez evresini belirler (şekil 4). Vitrinit yansması tekniği en güvenilir tekniklerden biridir çünkü bu teknik kerojen bileşimindeki değişimlerden etkilenmez (Dow, 1977).

Artan gömülme ile artan sıcaklık palinomorfların renklerinde değişmeye neden olur. Diyajenez süresinde sarı olan palinomorfların rengi, katajenez evresinde önce turuncuya, daha sonra kahverengine ve metajenez evresinde siyaha dönüşür. Isısal değişim indisi olarak isimlendirilen bu çizelgede renk değişimleri ve bunlara ilişkin hidrokarbonlar gösterilmiştir (Staplin, 1969).

Potansiyel kaynak kayadaki organik maddenin tipi ve niteliği gibi parametreler saptanarak paleocoğrafya ve fasiyes dağılımı arasında bir ilişki kurulmalıdır. Ayrıca organik maddenin kaynağı (karasal veya denizel) belirlenmelidir.

Petrol türümü konusundaki ikinci soruya yanıt, önceden belirlenen olgunlaşma evresinin değerlendirilmesi sonucunda bulunur. Kuyulardan elde edilen jeolojik ve jeofiziksel verilerin yorumundan kaynak kayaların nerede olgun olduğu ve nerede petrol ve gaz türüm zonuna (zone of petroleum and gas generation) ulaştığı saptanır.

Olası stratigrafik boşluklar ve uyumsuzluklar da içerilmek üzere havzadaki çökel istifi iyi biliniyorsa, havzanın belirli noktaları için kaynak kayaların çökme tarihçelerini açıklayan taslaklar çizilebilir. Çizim işlemi derinlik eğrileri ve hazne kayanın üzerinde bulunan stratigrafi birimlerinin kalınlık haritalarından yararlanılarak yapılır.

Değişik kerojen tipleri için petrol türümünün başlangıcı değişiktir. Buna karşın, çökme tarihçelerinin açıklanmasında ortaya çıkan şekiller kullanılarak, petrol ve gaz türümünün esas zonunun eşik değeri, tüm havza için genişletilebilir. Daha sonra, çökme eğrilerinden, hangi jeolojik zaman aralığında hidrokarbonların göçme için uygun hale geldiği ile ilgili yorumlara gidilir.

Petrol türümü konusunda ilk iki soru yanıtlandıktan sonra, her hazne kaya için organik fasiyes ve organik olgunluk düzeylerinin dağılımlarını gösteren bir harita hazırlanır.

Daha sonra, petrol göç yolları ile ilgili üçüncü soru yanıtlanmalıdır. Kaynak kayalarda katı organik parçacıklardan (kerojen) petrol bileşiklerinin salıverilmesi (expulsion) ve bu bileşiklerin önce taneli kaynak kayanın kılcal damarları ve gözenekleri içinde taşınmasına birincil göçme denir. En etkin birincil göçme şekli hidrokarbon fazı halinde göçme yani artan derinlik, sıcaklık ve basınç nedeni ile kaynak kayalar içinde türeyen hidrokarbonların ayrı bir faz olarak göçmesidir. Bu yüzden, petrol türümünün esas fazı sırasında oluşan hidrokarbonlar kaynak kayalardan komşu hazne kayalara salıverilir. Petrolün türümü ve birincil göçme arasındaki bu geçici ilişki nedeni ile, oluşan hidrokarbon ölçüsüne ve bunların türüm zamanlarına göre hazne kaya bölgelerinin sınırlandırılması gerekir.

Bundan sonraki işlem ikincil göçme olayının çözümlenmesidir. İkincil göçme, petrol bileşiklerinin daha geçirimli ve gözenekli hazne kayaları içindeki hareketleri olarak tanımlanır. Petrol birikimleri ikincil göçmeden sonra oluşur. İkincil göçmede etkin olan kuvvet, yüzdürme kuvveti (ouyancy) ve hidrodinamik su akışıdır (Berg, 1975; Hitchon ve Horn, 1974). İkincil göçme yolları için uygun litolojiler; kumtaşları, gözenekli kireçtaşları veya dolomitler ve kırıklı şeyiller gibi gözenekli ve geçirimli kaya birimleridir. Uyumsuzluklar ve faylar gibi diğer jeolojik yapılar

da olası göç yollarıdır. Her kaynak kaya için havza gelişiminin belirli zaman süreleri ile ilgili önceden hazırlanan hidrokarbon türüm haritaları, bu evrede gözenekli ve geçirimli kaya birimlerinin yerleşimleri ve bölgesel yayılımları ve olası göçme yolları ile karşılaştırılır. Katajenez evresinde olan kaynak kayaların tam altında ve tam üstünde bulunan geçirimli kaya birimleri özellikle incelenmelidir. Bu tür hazne kayaların geometrileri haritalanmalıdır. Daha sonra bu haritalar, zaman aralıkları için hidrokarbon türüm haritaları ile karşılaştırılır. Bundan amaç, bir kaynak kayada petrol türümü başladığı andaki zaman aralığına karşı gelen olası ikincil göçme yollarının kestirilmesidir. Fakat, göç yollarının kestirilmesi günümüzde bile büyük bir sorundur. İlk önemli soru, ikincil göçme sırasında hazne kayalarda hidrostatik ve hidrodinamik koşulların etkin olup olmadığının bilinmesidir. Yüksek engebeli ve/veya meteorik sularla beslenen sıkışma türümü genç havzalar hidrodinamik koşullar gösterebilir, diğerleri ise hidrostatik koşullar altında imiş gibi kabul edilebilirler.

Hidrostatik koşullarda petrol, hazne katmanında eğim yukarı yönde göçtüğü için, bu koşullarda göçme yolları daha kolayca saptanır. Hidrodinamik koşullarda ise, yeraltı su akışının yönü petrolün yükselmesini değiştirir ve ikincil göçmenin genel yönünü saptayabilir. Sonuç olarak, paleo - hidrodinamik gradyanların saptanması önemlidir. İkincil göçme yolları ve yönü, hazne kaya birimlerinin zaman dilimi haritaları şeklinde kayıt edilmelidir (Tissot ve Welte, 1978).

Petrol birikimi için uygun zonların saptanması ile ilgili yanıtlanacak son soru kapanların oluşumudur. Petrol, ikincil göçme yolu ile kapan şeklinde gözenekli hazne kayalarda toplanır. Stratigrafik ve

yapısal olarak sınıflandırılan kapanların varlığı konusundaki bilgiler jeolojik ve jeofiziksel çalışmalardan elde edilir. Stratigrafik kapanların tanınması oldukça zordur ve önemli ölçüde jeolojik yeteneğe ve deneyime gereksinim vardır. Buna karşın, havza gelişiminin belirli zaman aralıklarında potansiyel olarak uygun stratigrafik kapan olabilecek yapılar haritaya geçirilmelidir. Havza oluşumu sırasındaki tektonik olaylar ve hızlı çökme gibi önemli zaman aralıklarının seçimi, organik olgunluk, kaynak ve hazne kayalar ve kapanlara ilişkin bilgi veren haritaların çiziminde esastır. Göç yolları üzerinde bulunan kapanlar hidrokarbon birikimi için en olası yerlerdir.

Sonuç olarak, uygun petrol birikim zonlarının saptanması, havzanın jeolojisi ile birlikte petrol türümü, göçü ve birikimi bilgilerinin uygulanmasını içermektedir. Zaman dilimi haritaları ve kesitleri kaynak kayalara ve bunların hidrokarbon potansiyellerine, hazne kayalara, göç yollarına ve kapanlara ilişkin bilgiler sağlar. Birçok harita ve kesitte tanımlanan geçici ve yerel ilişkiler havzada potansiyel ereşlerin öncelik derecelerinin saptanmasını sağlar. Havza içinde uygun petrol birikim zonlarının saptanmasında uygulanan gerekli aşamalar çizelge de şematik olarak özetlenmiştir. Bu şema, petrol aramalarında kullanılan organik jeokimyasal analizler için gereksinime duyulan jeolojik bilgiyi genel bir şekilde özetlemekte, jeolojik ve organik jeokimyasal çalışmaların sırası ve arama kararlarını hangi evrede etkileyeceğini göstermektedir (Tissot ve Welte 1978).

Yukarıda anlatılan kavram çok karmaşık jeolojisi olan bölgelerde çok zor olarak uygulanabilir. Buna karşın, bu tip analizlerin çok yararlı olduğu kuşkusuzdur.

YARARLANILAN BELGELER

- Bailey, N.J.L., Evans, C.R. ve Milner, C.W.D., 1974, Applying petroleum geochemistry to search for oil: Examples from Western Canada Basin: Bull. Am. Assoc. Pet. Geol., 58, 11, 2284 - 2294.
- Berg, R.R., 1975, Capillary pressures in stratigraphic traps: Bull. Am. Assoc. Pet. Geol., 59, 939 - 956.
- Castano, J.R. ve Sparks, D.M., 1974, Interpretation of vitrinite reflectance measurements in sedimentary rocks and determination of burial history using vitrinite reflectance and authigenic minerals: Geol. Soc. Amer. Spec. Paper 153, 31 - 52.
- Dow, W.G., 1977, Kerogen studies and geological interpretations: J. Geochem. Explor., 7, 79 - 99.
- Espitalié, J., Madec, M. ve Tissot, B., 1977, Source rock characterization method for petroleum exploration: Offsh. Tech. Conf., 2935, 439 - 442.
- Evans, C.R. ve Staplin, F.L., 1971, Geochemical prospecting for petroleum and natural gas - Regional facies of organic metamorphism: In Boyle, R.W ve Mc Gorrige, J.I., (eds), Geochemical Exploration, Can. Inst. Min. Met. Spec., II, 517 - 520.
- Heacock, R.L. ve Hood, A., 1970, Process for measuring the leve carbon content of Organic Samples: U.S. Patent 350 8877
- Hitchon, B. ve Horn, M.K., 1974, Petroleum indicators in formation waters from Alberta, Canada: Bull. Am. Assoc. Pet. Geol., 58, 464 - 473.
- Hood, A. ve Costano, J.R., 1974, Organic metamorphism. Its relationship to petroleum generation and application to studies of authigenic minerals: Coord. Comm. Offshore Pros. Techn. Bull., 8, 85 - 118.
- Staplin, F.L., 1969, Sedimentary organic matter, organic metamorphism and oil and gas occurrence: Bull. Can. Pet. Geol., 17, 1, 47 - 66.
- Tissot, B. ve Welte, D.H., 1978, Petroleum formation and occurrence: Springer verlag Berlin Heidelberg, 527 p.
- Urban, J.B., 1976, Palynology, thermal maturation by vitrinite reflectance and visual color estimation and kerogen description of source rocks: Core lab. Inc. Special publ.